

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-185043  
 (43)Date of publication of application : 15.07.1997

(51)Int.Cl. G02F 1/1333  
 G02F 1/13

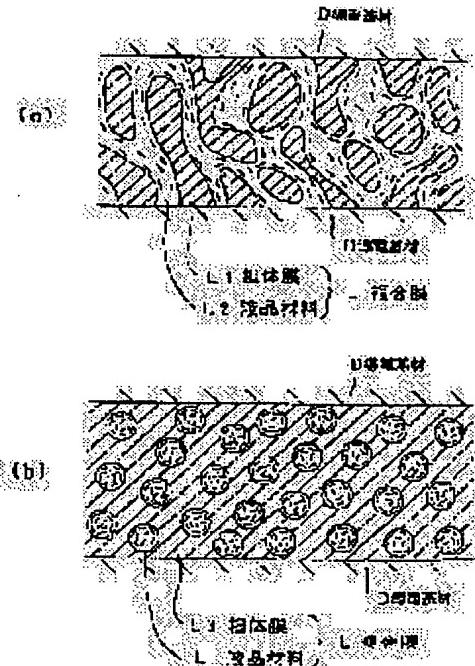
(21)Application number : 07-342561 (71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD  
 (22)Date of filing : 28.12.1995 (72)Inventor : HARA KOJI

## (54) LIQUID CRYSTAL DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal device excellent in heat resistance, fast in response time and capable of maintaining sufficiently high contrast at the time of being used within the range from room temp. to a high temp. by specifying a polycyclic liquid crystal material, its swelling ratio and its domain size diameter respectively.

**SOLUTION:** This device is composed by interposing a composite film L between a pair of electrically conductive substrates D and joining the composite film L to the both substrates D. At this time, as the structure of the composite film L, a structure in which the inside of each of continuous pores of a support film L1 consisting of a polymer matrix is filled with a liquid crystal material L2, or a structure in which the liquid crystal material L2 is dispersed in a particulate state in another support film L3 consisting of a polymer matrix can be adopted. As the liquid crystal material used as a constituent of the composite film L, a polycyclic liquid crystal material having three to four benzene rings or cyclohexane rings in its skeleton can be used. Also, this liquid crystal material has a ≤20% swelling ratio at a temp. in the range from room temp. to 150° C and ≤4μm domain size in diameter.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-185043

(43)公開日 平成9年(1997)7月15日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1333 1/13	5 0 0		G 0 2 F 1/1333 1/13	5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数2 O.L (全8頁)

(21)出願番号 特願平7-342561  
(22)出願日 平成7年(1995)12月28日

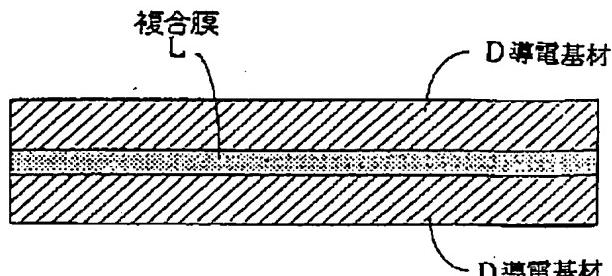
(71)出願人 000002130  
住友電気工業株式会社  
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号  
(72)発明者 原 浩二  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号  
住友電気工業株式会社大阪製作所内  
(74)代理人 弁理士 上代 哲司 (外2名)

(54)【発明の名称】 液晶素子

(57)【要約】

【課題】 耐熱性にすぐれ、とくに高温域で使用した際に十分なコントラストを維持でき、かつ、透明状態／光散乱状態間の応答時間の短い液晶素子を提供する。

【解決手段】 3～4個のベンゼン環またはシクロヘキサン環を骨格もつ液晶材料が、スポンジ状構造を有する架橋高分子マトリクスの連続した孔内に充填されて、室温から150°Cの温度域における液晶材料の膨潤率が20%以下で、ドメイン径が4μm以下である複合膜を構成し、その複合膜を一对の導電性基材で挟着した液晶素子。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】架橋された高分子マトリクスからなる担体膜の連続した多孔内に液晶材料を充填した構造をなす複合膜の一対の導電性基材で挟着してなる液晶素子において、前記液晶材料が3~4個のベンゼン環またはシクロヘキサン環を骨格を持つ多環式液晶材料を70重量%以上含み、かつ、室温から150°Cにおける前記液晶材料の膨潤率が20%以下であり、前記液晶材料のドメインサイズ径が0.5μm以上4μm以下であることを特徴とする液晶素子。

【請求項2】液晶材料が、3~4個のベンゼン環またはシクロヘキサン環を骨格を持つ多環式液晶材料と2個のベンゼン環またはシクロヘキサン環を骨格にもつ他の液晶材料からなり、かつ、素子の使用温度で多環式液晶材料と同じ液晶相を示す、正の誘電率異方性を有する液晶材料である請求項1記載の液晶素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、レーザーマーリングや照明用調光素子、自動車用表示パネルに使用される液晶素子に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】ねじれネマティック(TN)方式、超ねじれネマティック(STN)方式、強誘電性液晶(FLC)方式等の液晶素子は、一般表示モードで電界印加によって起こる液晶の配列変化を可視化するために偏光子を必要とする。しかし、当該偏光子による光のロスが50%以上あるため、光利用効率をあげるのが困難であった。また、とくに照明装置の調光素子等、高温条件下で使用される素子の場合は、偏光子の吸熱による素子の劣化等の問題もあった。

【0003】これに対し、高分子マトリクスからなる担体膜の連続した孔内に正の誘電率異方性( $\Delta \epsilon > 0$ )をもつ液晶材料を充填した構造、または高分子マトリクスからなる担体膜中に、上記液晶材料を粒状に分散した構造の複合膜を、一対の透明導電性基材で挟着した液晶素子は、偏光子を必要としないため、光のロスが小さくなり、光利用効率を向上することができる〔たとえばPolymer Preprints, Japan Vol.37. (8), 2450 (1988) 参照〕。

【0004】この液晶素子は、無電圧時には、液晶分子が、当該液晶分子と高分子マトリクスとの界面の形状的な規制(界面作用)を受けてランダムな状態にあるため、入射光が液晶材料内で散乱される。また、液晶材料の見かけの屈折率と、高分子マトリクスの屈折率との差が大きくなれば、入射光が両者の界面で散乱される。その結果、複合膜は不透明な状態となる。一方、一対の透明導電性基材に電圧を印加すると、その印加電圧の強さに応じて、正の誘電率異方性をもつ液晶材料が電場方向に配向し、配列の乱れが解消されるとともに、液晶材料

の見かけの屈折率と、高分子マトリクスの屈折率との差が小さくなれば、光の透過率が上昇し、最終的には透明な状態に至るという電気光学効果を示す。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記複合膜を備えた従来の液晶素子は、たとえば照明装置の調光素子等のように、高温条件下で使用した際に、無電圧時(光散乱時)の光の透過率が高くなれば、コントラストが低下するという問題があった。また、自動車用表示パネル、半導体部品等に使用されるレーザーマーリングへの適用を考慮した場合、実用可能な印加電圧において応答速度が遅い等の問題があった。

【0006】上記問題の原因を考察すると、高温条件下でのコントラストの低下は、高分子マトリクスへの液晶材料の溶け込み、すなわち液晶材料の高分子マトリクスへの膨潤にあると考えられる。つまり、低分子である液晶材料が高分子の分子間に入り込んで膨潤すると、高分子の屈折率が上昇する。その結果、ランダムな配向状態にある液晶材料の見かけの屈折率との差が小さくなれば、両者の界面で入射光を散乱させる効果が低下し、その分だけ、無電圧時の光の透過率が高くなれば、コントラストが低下するのである。

【0007】高温条件下における液晶材料の高分子への溶け込みを防止するには、両者の相互作用(たとえば溶解度パラメータ、相溶性等)を検討することも重要であるが、液晶材料自体の特性の検討、ならびに高分子自体の特性の検討も必要となる。

【0008】液晶材料の側から、液晶材料の高分子への溶け込みの原因を考察すると、分子量が大きい液晶材料ほど、高温条件下で、高分子への溶け込みが少なくなることが明らかとなった。つまり、液晶材料の全部または一部を、より分子量の大きい液晶材料に置き換えると、高温条件下での高分子への溶け込みを防いで、コントラストの低下を抑制できることがわかった。この現象は、組み合わされる高分子の種類によって、その程度に大小はあるものの、通常、高分子マトリクスとして使用される各種の高分子においては、いずれも同様の傾向がみられる。また、無電圧時における光の散乱度合いを向上させるには、液晶ドメインサイズの大きさをコントロールすることが有効であり、光の波長に極力近付けることが重要である。さらに、液晶のドメインサイズを小さくすることは、応答速度の高速化につながる。

【0009】この発明は、上記の課題に鑑みて上述の知見に基づいてなされたもので、耐熱性に優れ、応答時間が速く、室温から高温域で使用した際に十分なコントラストを維持できる液晶素子を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】発明者らは、上述の知見を基に種々の液晶材料について検討した結果、室温から

150°Cにおける透過率が10%以下という優れたコントラストを有し、かつ、透明状態及び光散乱状態間の相互変換の応答時間が10ms以下である液晶素子を得るために、室温から150°Cの範囲内での液晶材料の膨潤率が20%以下で前記液晶材料のドメインサイズ径が4μm以下である液晶が、本発明における液晶材料として好適であることを見出した。

【0011】すなわち本発明の液晶素子は、いわゆるスポンジ状構造を有する架橋された高分子マトリクスからなる担体膜の連続した孔内に液晶材料を充填した構造をなす複合膜を一对の導電性基材で挟着してなる液晶素子であり、液晶材料として3~4個のベンゼン環またはシクロヘキサン環を骨格を持つものを用い、かつ、室温から150°Cにおける前記液晶材料の膨潤率が20%以下であり、前記液晶材料のドメインサイズ径が0.5μm以上4μm以下であることによって、本発明の目的を達成することができる。

【0012】本発明の液晶素子における液晶相の多環式液晶材料は、温度域が高いことから、通常の表示素子等では余り使用されないが、特にレーザーマーキング用や照明用調光素子、自動車用表示パネル等の使用温度が100°C以上に達する高温条件下での使用時には液晶相を示し、かつ、その動作速度も十分に実用に供し得るものである。

### 【0013】

【発明の実施の形態】この発明の液晶素子は、図1に示すように、複合膜L1を、一对の導電基材D1, D2で挟着することで構成されている。

【0014】複合膜L1としては、図2(a)に示すように、高分子マトリクスからなる担体膜L1の連続した孔内に、液晶材料L2を充填した構造、または図2(b)に示すように、高分子マトリクスからなる担体膜L3中に、液晶材料L2を粒状に分散した構造のいずれかが採用される。

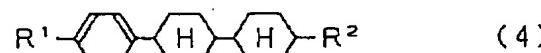
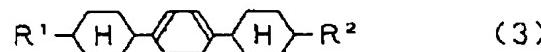
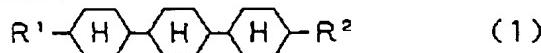
【0015】複合膜を構成する液晶材料としては、3~4個のベンゼン環またはシクロヘキサン環を骨格にもつ多環式液晶材料が使用される。ベンゼン環またはシクロヘキサン環を骨格に5個以上もつものは、液晶相の温度域が高すぎて、上記高温条件下でも液晶相を示さないか、あるいは液晶相を示しても動作速度がきわめて遅いため、この発明には使用できない。室温から150°Cの範囲内における液晶の膨潤率が20%以下で液晶のドメインサイズ径が4μm以下である液晶が使用される。また、液晶材料は素子の使用温度で、ネマチック相、スマチック相またはカイラルネマチック相を示す、正の誘電率異方性を有する液晶材料が使用される。なお、高分子の側からも、液晶材料の溶け込みを防止すべく、ガラス転移温度Tgが高くなるように架橋されている。この発明によって、室温から150°Cにおける光の透過率が10%以下で、室温から150°Cにおける透過率が10

%以下である液晶素子を実現することが可能となった。

【0016】かかる多環式液晶材料としては、たとえば一般式(1)~(11)：

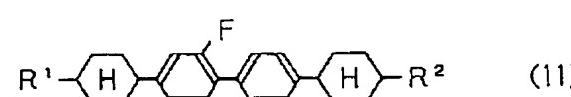
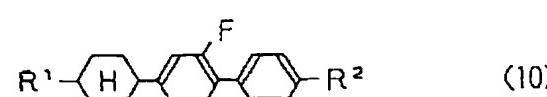
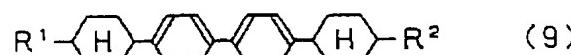
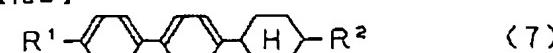
【0017】

【化1】



【0018】

【化2】



【0019】〔上記各式中R<sup>1</sup>は、アルキル基またはアルコキシ基を示し、R<sup>2</sup>は、アルキル基、アルコキシ基、シアノ基またはハロゲン原子を示す。〕で表されるものがあげられる。上記各一般式において、R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>に相当するアルキル基としては、たとえばメチル、エチル、n-ブロビル、iso-ブロビル、n-ブチル、イソ

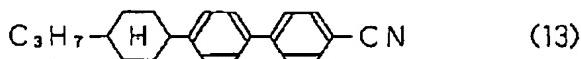
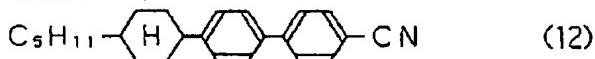
ブチル、sec-ブチル、tert-ブチル、ベンチル、ヘキシル、ヘプチル、オクチル、ノニル、デシル、ウンデシル、ドデシル等の、炭素数1～12のアルキル基があげられる。

【0020】またアルコキシ基としては、たとえばメトキシ、エトキシ、n-プロポキシ、n-ブトキシ、ベンチルオキシ、ヘキシルオキシ、ヘプチルオキシ、オクチルオキシ、ノニルオキシ、デシルオキシ、ウンデシルオキシ、ドデシルオキシ等の、炭素数1～12のアルコキシ基があげられる。さらにハロゲン原子としては、ふつ素、塩素、臭素、よう素があげられる。

【0021】かかる多環式液晶材料の具体的化合物としては、これに限定されないが、たとえば、下記式(12)(13)で表されるものがあげられる。

【0022】

【化3】



【0023】これらはそれぞれ単独で使用される他、2種以上を併用することもできる。多環式液晶材料の2種以上の組み合わせの好適な例としては、たとえば式(12)の多環式液晶材料と式(13)の多環式液晶材料の液晶材料とを、重量比で35：65の割合で用いる組み合わせ等があげられる。

【0024】上記多環式液晶材料の、全液晶材料中に占める割合は、前記のように70～100重量%に限定される。上記割合は、多環式液晶材料を2種以上併用する場合には、その総量の、全液晶材料中に占める割合である。つまりこの発明においては、複合膜を構成する液晶材料の全量が、多環式液晶材料の1種または2種以上であってもよいが、これら多環式液晶材料と、通常の、より低分子の液晶材料との、重量比70：30までの併用系であってもよいのである。かかる併用系では、素子の応答速度を向上できるという利点がある。

【0025】ただしこの併用系では、多環式液晶材料の割合が、上記のように70重量%以上に限定される。これは、多環式液晶材料の割合が70重量%を下回った場合、相対的に、より低分子の通常の液晶材料の割合が多くなるため、とくに高温条件下で、かかる液晶材料の高分子への溶け込みによる、素子のコントラストの低下が発生するからである。

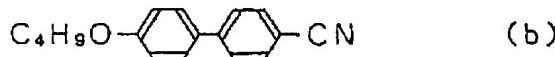
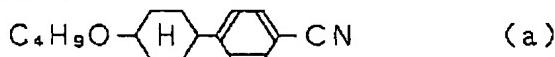
【0026】なお上記併用系における、多環式液晶材料の割合は、素子の耐熱性を考慮すると、上記範囲内でも特に80～100重量%の範囲内が好ましく、とくに90～100重量%の範囲内がより一層好ましい。多環式液晶材料と併用される他の液晶材料としては、現在一般

に用いられている、2個のベンゼン環またはシクロヘキサン環を骨格にもつ通常の液晶材料の中から、素子の使用温度で多環式液晶材料と同じ液晶相を示す、正の誘電率異方性を有する液晶材料の1種または2種以上があげられる。

【0027】かかる液晶材料の具体的化合物としては、これに限定されないが、たとえば、下記式(a)(b)で表されるものがあげられる。

【0028】

【化4】



【0029】多環式液晶材料と、上記他の液晶材料との組み合わせの好適な例としては、例えば前記式(12)で表される多環式液晶材料と、式(a)および(b)で表される他の液晶材料とを、重量比で70：15：15の割合で用いる組み合わせ等があげられる。なお液晶材料には、表示をカラー化するために、従来公知の各種2色性色素を配合することもできる。かかる2色性色素の具体例としては、たとえばアゾ系化合物やアントラキノン系化合物等があげられる。かかる2色性色素は、液晶材料に対して0.01～1重量%程度の割合で添加される。

【0030】上記液晶材料とともに複合膜を構成する担体膜の材料である、高分子マトリクスとしては、可視光に対する透明性の高いものが好ましく、たとえば(メタ)アクリル系樹脂、ステレン系樹脂、エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂等が好適に使用される。かかる高分子は、液晶材料の溶け込みを防止するため、前述したように、ガラス転移温度Tgが高いことが好ましく、そのためには架橋されているのが望ましい。

【0031】エポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂はともに、分子中に官能基を有する硬化性樹脂であって、通常は液状を呈し、複合膜の形成時に、空気中の酸素、湿気、加熱あるいは硬化剤や触媒の添加等によって架橋されて、硬化される。一方、(メタ)アクリル系樹脂、ステレン系樹脂は熱可塑性樹脂であって、通常は架橋構造をとらないが、分子中に官能基(たとえばOH基)を導入しておき、複合膜の形成時に、この官能基と反応する複数の官能基(たとえばイソシアネート基)を有する架橋剤を添加すれば、架橋させることができる。架橋剤は、高分子中の官能基と、架橋剤の官能基が当量となるように、添加量を調整するのが好ましい。

【0032】上記のように架橋されて高いガラス転移温度Tgとなった高分子を用いた複合膜は、上記のように液晶材料の溶け込み防止効果にすぐれるだけでなく、相分離構造がより一層明確化するとともに、高温条件下で

の複合膜の強度低下を効果的に防止できるという利点もある。複合膜の膜厚は、十分な光散乱を得るために、可視光の波長以上である必要がある。ただし、あまりに厚さが大なるときは、素子の駆動電圧が高くなりすぎるという問題があるたは、実際には10~30μm程度、とくに15~25μm程度が適当である。

【0033】複合膜は、たとえば次に示す3つの方法で形成される。

i)たとえば前記(メタ)アクリル系樹脂やスチレン系樹脂等の熱可塑性樹脂を使用する場合には、当該樹脂と液晶材料とを適当な溶媒に溶解または分散させた塗布液を、一方の導電基材Dの表面に塗布し、溶媒を蒸発させて、高分子と液晶材料とを相分離させる(いわゆる溶媒蒸発法)。その後他方の導電基材を1kg/cm<sup>2</sup>の圧力で重ね合わせ。そうすると、図1(a)に示す構造の複合膜が得られる。またこの際、上記樹脂として官能基を有するものを使用するとともに、塗布液に架橋剤を添加しておくと、透明体マトリクスを構成する高分子が架橋される。

【0034】ii)またエポキシ系樹脂、ウレタン系樹脂等の熱硬化性樹脂を使用する場合には、硬化前の液状の樹脂と液晶材料と、さらに必要に応じて硬化剤または触媒と、適当な溶媒に溶解または分散させた溶液を、2枚の導電基材D間に注入し、さらに必要に応じて加熱する。そうすると、高分子中に液晶材料が粒状に分散された、図1(b)に示す構造の複合膜が形成される。

【0035】iii)さらに重合相分離法においては、(メタ)アクリル系樹脂やスチレン系樹脂等の熱可塑性樹脂の前駆体(プレポリマー)であるモノマーやオリゴマーと、液晶材料、重合開始剤および、さらに必要に応じて架橋剤とを混合した溶液を、2枚の導電基材D間に注入し、紫外線もしくは熱により重合および架橋反応させると、高分子と液晶材料が相分離することにより、図2(a)に示す構造の複合膜が形成される。

【0036】導電基材Dとしては、基材の表面に導電膜を形成したもののがあげられる。基材としては、ガラス板等の、液晶素子の基材として従来より使用されている種々の基材が使用可能であるが、重くかつ割れやすいというガラス板の欠点を解消して、軽量でしかも丈夫な素子を得るには、プラスチックフィルムやプラスチック板が、基材として好適に使用される。

【0037】プラスチックフィルムとしては、たとえば耐熱性、実用的強度、光学的均一性などにすぐれたポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムやポリエーテルスルホン(PES)フィルム等があげられる。プラスチックフィルムの厚みは、これに限定されるものではないが、50~500μm程度が好ましい。プラスチック板としては、たとえば各種アクリル樹脂板、ポリカーボネート板、ポリスチレン板等の、光学的特性にすぐれたプラスチック板が好適に使用される。プラスチック板

の厚みは、これに限定されるものではないが0.5~3mm程度が好ましい。

【0038】基材の表面に形成される導電膜としては、ITO(インジウム-チン-オキサイド)やSnO<sub>x</sub>等の透明導電材料からなる透明導電膜が好適に使用される。透明導電膜は、真空蒸着法や反応性スパッタリング法により形成される他、上記透明導電材料を含むインクを基材上に塗布あるいは印刷して形成することもできる。この発明の液晶素子を、たとえば表示装置や各種のイルミネーション等に使用する場合には、その表示パターンに合わせて、液晶層を、個別に駆動される複数のセグメントに分割すべく、上記導電膜を、エッチング等によって、上記セグメントに対応する所定の形状にパターン化するとともに、各セグメント毎に個別の駆動電圧を印加できるように、駆動回路を接続すればよい。

【0039】また、素子を反射型とする場合には、一方の導電基材Dの裏面に、金属薄膜等からなる反射膜を形成するか、一方の導電基材Dの導電膜を金属薄膜で形成して反射膜を兼ねさせればよい。

#### 【0040】

【実施例】以下にこの発明を、実施例、比較例に基づいて説明する。

##### 実施例1

多環式液晶材料としての、前記式(12)で表される化合物と、式(13)で表される化合物とを、重量比で20:80の割合で配合した混合液晶材料〔ネマチック相→等方相転移温度190°C〕70重量部と、アクリル系樹脂〔帝国化学社製の商品名W S O 2 3〕25重量部とを、架橋剤としてのポリイソシアネート5重量部とともに、溶媒としての1,2-ジクロロエタン中に溶解して、溶質濃度が20%の塗布液を作製した。

【0041】つぎにこの塗布液を、ITOコートガラス基材の、ITO膜上に、バーコート法によって塗布し、25°C、1気圧の空気中で溶媒を蒸発させて、図2(a)に示す構造を有する、厚み17μmの複合膜を形成した。つぎに、上記複合膜を、ガラス基材ごと100°Cに加熱して、複合膜中に残留する溶媒を除去するとともに、高分子マトリクスの架橋を完了させた。そして上記複合膜上に、前記と同じITOコートガラス基材を、ITO膜が複合膜と接するように重ね合わせた後、約1kg/cm<sup>2</sup>の圧力をかけて密着させて、液晶素子を作製した。

##### 【0042】実施例2

混合液晶材料に代えて、前記式(12)で表される多環式液晶材料〔ネマチック相→等方相転移温度219°C〕70重量部を使用したこと以外は、実施例1と同様にして液晶素子を作製した。

##### 【0043】実施例3

実施例1で使用したのと同じ混合液晶材料70重量部と、二成分触媒硬化型のウレタン系樹脂〔武田薬品社製

の商品名 A 50 ) 25 重量部とを、触媒としてのポリイソシアネート 5 重量部とともに、溶媒としてのジクロロメタン中に溶解して、溶質濃度が 20 % の塗布液を作製した。つぎにこの塗布液を、ITOコートガラス基材の、ITO膜上に、バーコート法によって塗布し、25 °C、1気圧の空気中で溶媒を蒸発させるとともにウレタン系樹脂を架橋、硬化させて、図 2 (b) に示す構造を有する、厚み 17 μm の複合膜を形成した。つぎに、上記複合膜を、ガラス基材ごと 100 °C に加熱して、複合膜中に残留する溶媒を除去するとともに、高分子マトリクスの架橋を完了させた。そして上記複合膜上に、前記と同じ ITOコートガラス基材を、ITO膜が複合膜と接するように重ね合わせた後、約 1 kg/cm<sup>2</sup> の圧力をかけて密着させて、液晶素子を作製した。

#### 【0044】実施例4

実施例 1 で使用したのと同じ混合液晶材料 70 重量部と、エポキシ系樹脂〔油化シェルエポキシ社製の商品名エピコート 1001〕30 重量部とを、硬化剤としてのジエチルアミンの当量重量部とともに、溶媒としてのジクロロメタン中に溶解して、溶質濃度が 20 % の塗布液を作製した。

【0045】つぎにこの塗布液を、ITOコートガラス基材の、ITO膜上に、バーコート法によって塗布し、25 °C、1気圧の空気中で溶媒を蒸発させるとともにウレタン系樹脂を架橋、硬化させて、図 2 (b) に示す構造を有する、厚み 17 μm の複合膜を形成した。つぎに、上記複合膜を、ガラス基材ごと 100 °C に加熱して、複合膜中に残留する溶媒を除去するとともに、高分子マトリクスの架橋を完了させた。そして上記複合膜上に、前記と同じ ITOコートガラス基材を、ITO膜が複合膜と接するように重ね合わせた後、約 1 kg/cm<sup>2</sup> の圧力をかけて密着させて、液晶素子を作製した。

#### 【0046】実施例5

前記式(12)で表される多環式液晶材料〔ネマチック相→等方相転移温度 219 °C〕と、前記式(a)で表される通常の液晶材料〔ネマチック相→等方相転移温度 190 °C〕と、同じく前記式(b)で表される通常の液晶材料〔ネマチック相→等方相転移温度 180 °C〕とを、重量比で 70 : 10 : 20 の割合で配合した混合液晶材料 70 重量部を使用したこと以外は、実施例 1 と同様にして液晶素子を作製した。

#### 【0047】比較例1

式(12)で表される多環式液晶材料と、式(a)および(b)で表される通常の液晶材料の割合を 55 : 30 : 15 とした混合液晶材料 70 重量部を使用したこと以外は、実施例 1 と同様にして液晶素子を作製した。上記各実施例、比較例の液晶素子について、以下の各試験を行い、その特性を評価した。

#### 【0048】液晶材料の膨潤率測定

屈折率計のプリズムの表面に、実施例、比較例の液晶素

子で使用したのと同じ高分子の薄膜（膜厚 3 μm）を形成し、その上に、実施例、比較例の液晶素子で使用したのと同じ液晶材料を塗布して、複合膜における透明体マトリクスと液晶材料の界面のモデルを作製し、このモデルを 60 ~ 120 °C に加熱した際の屈折率変化を測定して、図 3 に実線で示すようにプロットした。また上記液晶材料単独および高分子単独の屈折率変化も測定して、図 3 に二点鎖線（液晶材料）および破線（高分子）で示すようにプロットした。そして、液晶材料単独の屈折率変化曲線と高分子単独の屈折率変化曲線との、所定温度における差（たとえば 120 °C の場合は図中符号 a）と、モデルの屈折率変化曲線と高分子単独の屈折率変化曲線との、所定温度における差（たとえば 120 °C の場合は図中符号 b）を求め、下記計算式により、所定温度における膨潤率（%）を計算した。

#### 【0049】

#### 【数1】

$$\text{膨潤率 (\%)} = \frac{b}{a} \times 100$$

【0050】そして、温度と膨潤率との関係を図 4 にプロットした。図 4 の結果より、実施例 1 ~ 5 で使用した液晶材料はいずれも、比較例 1 で使用した液晶材料に比べて、高温条件下での高分子への膨潤が少ないことが確認された。

#### コントラストの温度特性測定

実施例、比較例の液晶素子の、複合膜を挟む一対の透明導電膜間に、矩形波状の駆動電圧（周波数 200 Hz、電圧 100 V）を印加した状態における He-Ne レーザー光（波長 633 nm）の透過率（ON 時透過率）と、電圧を印加していない状態における上記 He-Ne レーザー光（波長 633 nm）の透過率（OFF 時透過率）とを、雰囲気温度 60 ~ 140 °C の条件下で測定し、下記計算式により、コントラストを計算した。

#### 【0051】

$$\text{コントラスト} = \text{ON 時透過率} / \text{OFF 時透過率}$$

そして、温度とコントラストとの関係を図 5 にプロットした。図 5 の結果より、実施例 1 ~ 5 の液晶素子はいずれも、比較例 1 の液晶素子に比べて、高温条件下でのコントラストの低下が少ないとから、耐熱性にすぐれたものであることが確認された。

#### 【0052】応答速度の測定

上記液晶素子の一対の透明電極膜に 100 V のステップ電圧を印加したときに、その透過率が飽和透過率の 90 % に到達するまでの時間を、光散乱状態から透明状態への応答時間  $t_{on}$  、逆に印加電圧 0 V にしたときに、その透過率が飽和透過率の 10 % に減衰するまでの時間を透明状態から光散乱状態への応答時間  $t_{off}$  として、それ測定した。その結果を表 1 に示す。

#### 液晶ドメイン径の測定

11

光学顕微鏡により平均粒径を求めた。その結果を表1に示す。

【0053】

【表1】

	室温下		液晶ドメイン径 ( $\mu\text{m}$ )
	$\tau_{\text{ON}}(\text{ms})$	$\tau_{\text{OFF}}(\text{ms})$	
実施例1	3	5	4.0
	2	3	3.8
	3	1.8	3.6
	4	2	3.5
	5	1	2.8
比較例	15	20	5.6

【0054】

【発明の効果】以上、詳述したようにこの発明の液晶素子によれば、複合膜を構成する液晶材料は、室温から150°Cの温度域において、透過率が10%で、膨潤率が20%以下で、ドメイン径が4  $\mu\text{m}$ 以下であるものを使用しているので、使用温度が100°C以上に達する高温条件下でも、液晶材料の高分子マトリクス中への膨潤が発生しない。したがってこの発明の液晶素子は、耐熱性にすぐれ、とくに高温域で使用した際に十分なコントラ\*

\*ストを維持でき、たとえば照明装置の調光素子等、従来は適用不可能であった、より高温領域への液晶素子の利用可能性を拡大できるという、特有の作用効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の液晶素子の層構成を示す断面図である。

【図2】同図(a)(b)はいずれも、この発明の液晶素子を構成する複合膜の構造を示す断面図である。

10 【図3】この発明の実施例、比較例における、高分子への液晶材料の膨潤率を求めるための基礎データを示すグラフである。

【図4】この発明の実施例、比較例における、高分子への液晶材料の膨潤率と温度との関係を示すグラフである。

【図5】この発明の実施例、比較例における、素子のコントラストと温度との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

D 導電基材

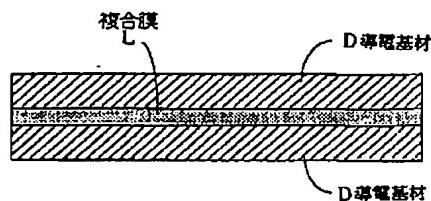
20 L 複合膜

L1 担体膜

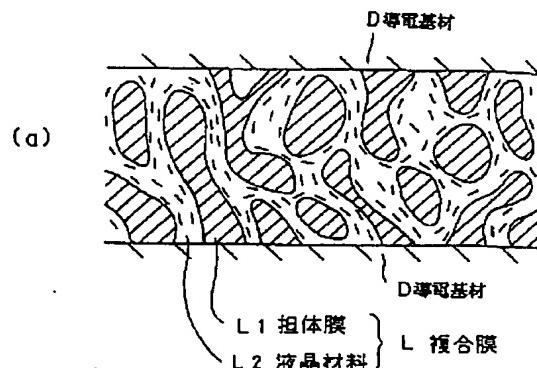
L2 液晶材料

L3 担体膜

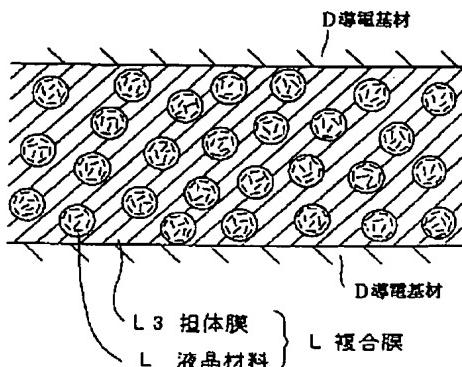
【図1】



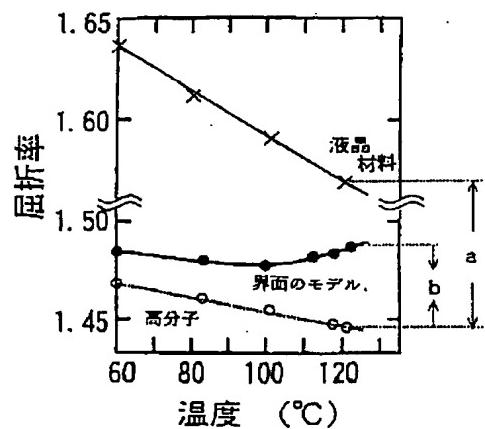
【図2】



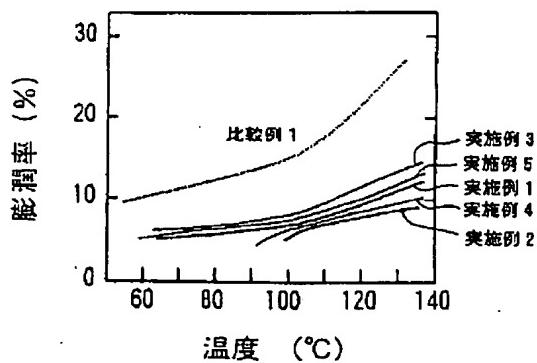
(b)



【図3】



【図4】



【図5】

